ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH HỒI QUY TRONG SINH THÁI

Quan hệ H (m) với hàm lượng mùn (%) và pH_{KCL}

1. PHÂN TÍCH RIÊNG RẼ TỪNG YẾU TỐ

1. 1. Ảnh hưởng của hàm lượng mùn (X_1%) đến H thảo quả

+ Mô hình phản hồi: $H = b_0 + b_1X_1 + b_2X_1^2$

Từ số liệu ở phụ lục 1, thông qua thuật toán thống kê, nhận được kết quả như sau:

$$H = 1.30691 + 0.24087*X_1 - 0.00711*X_1^2 \quad (1)$$

$R^2 = 50.8$, $S_h = +/- = 0.40$; $t_{b0} = 9.03$, $t_{b1} = 6.64$, $t_{b2} = -3.72$, $P < 0.001$.

Từ mô hình 1, có thể xác định được những tham số sinh thái sau đây:

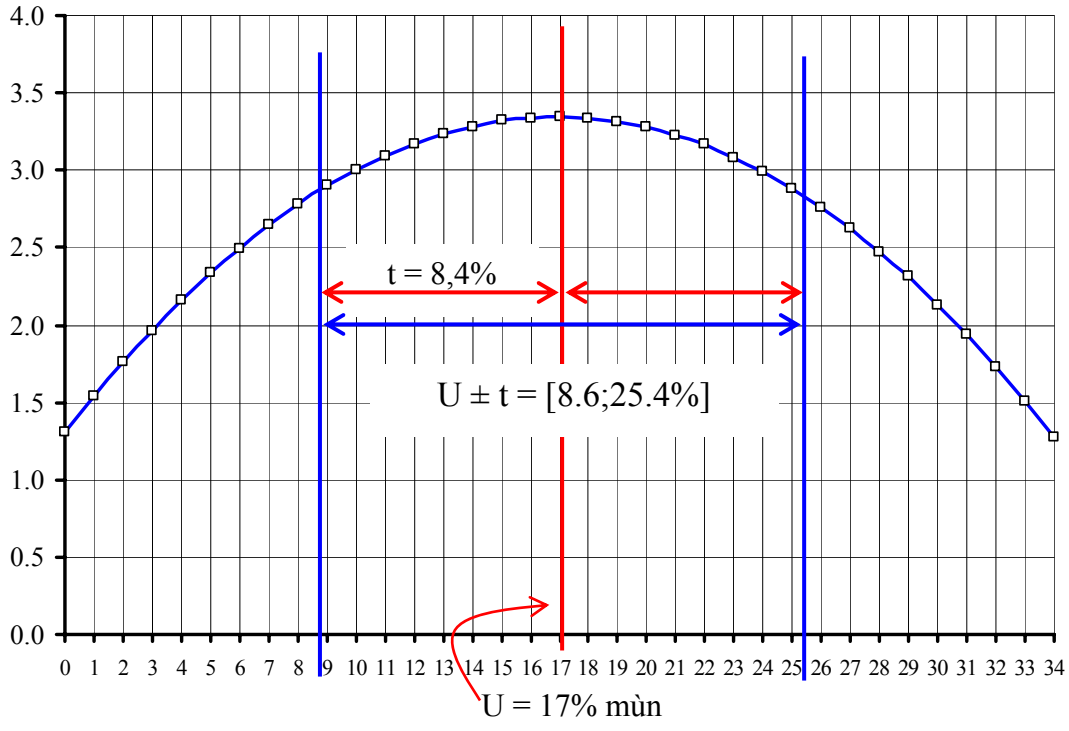
+ Tối ưu: $U_{mùn} = 0.24087/(2*0.0071) = 16.96\% = 17\%$

+ Tính chống chịu: t =1/SQRT(2*0.0071) = 8.4%

+ Biên độ sinh thái: U ± t = [8.6; 25.4%]

+ Biên độ sống sót: U ± 4t = [0; 50.5%]

+ H_{max} = 3.3 m = 1.30691 + 0.24087*16.96-0.00711*16.96^2



Hình 1. Quan hệ giữa H thảo quả với hàm lượng mùn (X_1%)

1. 2. Ảnh hưởng của pH (X_2%) đến H thảo quả

+ Mô hình phản hồi: $H = b_0 + b_1X_2 + b_2X_2^2$

Từ số liệu ở phụ lục 1, thông qua thuật toán thống kê, nhận được kết quả như sau:

$$H = -7.22348 + 4.22831*pH - 0.44104*X^2 \quad (2)$$

Từ mô hình 2, có thể xác định được những tham số sinh thái sau đây:

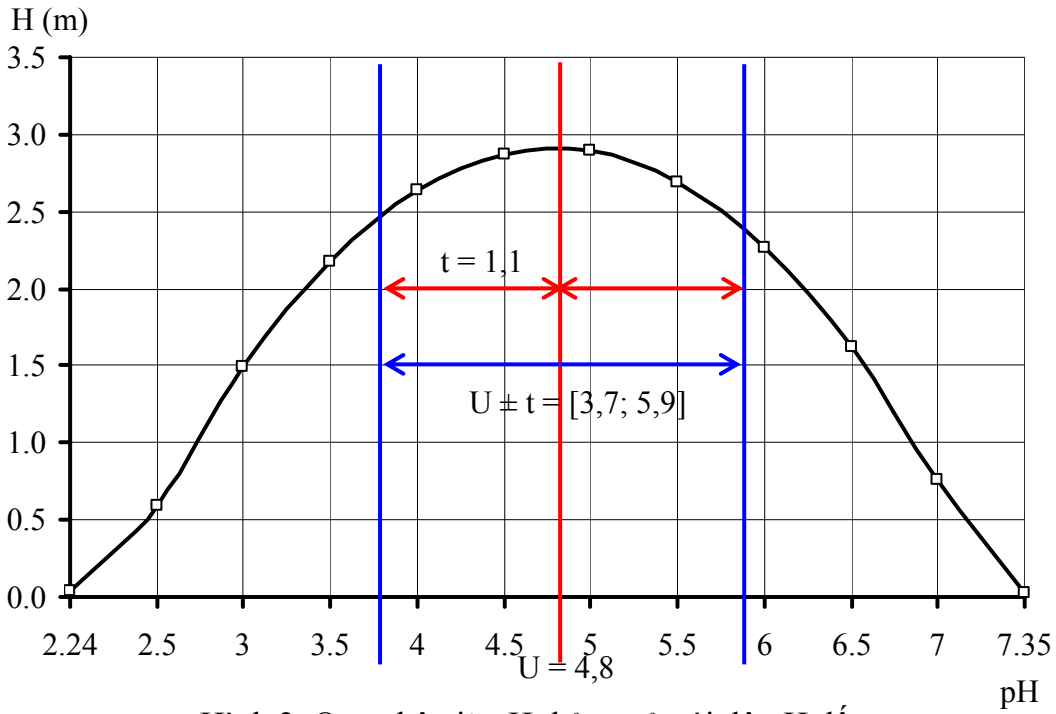
+ Tối ưu: $U_{pH} = 4.22831/(2*0.441036) = 4.8$

+ Tính chống chịu: t =1/SQRT(2*0.441036) = 1.1

+ Biên độ sinh thái: U ± t = [3.7; 5.9]

+ Biên độ sống sót: U ± 4t = [0.5; 9.1]

+ H_{max} = 2.9 m



Hình 2. Quan hệ giữa H thảo quả với độ pH đất

1.3. Quan hệ giữa H (m) thảo quả với hàm lượng mùn (M%) và pH

Mô hình phản hồi: $H = b_0 + b_1M + b_2M^2 + b_3pH + b_4pH^2$

Từ số liệu ở phụ lục 1, thông qua thuật toán thống kê, đã nhận được kết quả như sau:

H = -4.32349 + 0.19076*M - 0.00549*M^2 + 2.48498*pH - 0.251329*pH^2 (3)

Từ mô hình 3, có thể xác định được những tham số sinh thái sau đây:

Đối với hàm lượng mùn

+ Tối ưu: $U_{mùn}$ = 0.19076/(2*0.00549) = 17,4%.

+ Tính chống chịu: t =1/SQRT(2*0.00549) = 9,5%

+ Biên độ sinh thái: U ± t = [7,8; 26,9]

+ Biên độ sống sót: U ± 4t = [0;55,5]

+ H_{max} = 3,5 m

Đối với pH đất

+ Tối ưu: U_{pH} = 2.48498/(2*0.251297) = 4,9.

+ Tính chống chịu: t =1/SQRT(2*0.251297) = 1,4

+ Biên độ sinh thái: U ± t = [3,5; 6,4]

+ Biên độ sống sót: U ± 4t = [0; 10,6]

+ H_{max} = 3,5 m

Bảng 1 ghi lại những tham số sinh thái được tính toán từ phân tích hồi quy riêng rẽ từng yếu tố và tập hợp 2 yếu tố.

Bảng 1. So sánh hai cách xác định hàm lượng mùn và pH tối ưu đối với sinh trưởng chiều cao của thảo quả

Tham số	Mô hình 1 yếu tố		Mô hình đa yếu tố	
	Mùn (%)	pH	Mùn (%)	pH
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
U	17,0	4,8	17,4	4,9
t	8,4	1,1	9,5	1,4
U ± t	[8,6;25,4]	[3,7;5,9]	[7,8;26,9]	[3,5;6,4]
U ± 4t	[0;50,5]	[0,5;9,1]	[0;55,5]	[0;10,6]
H_{max}	2,9	2,9	3,5	3,5

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, về cơ bản hai cách xác định những tham số sinh thái là giống nhau.

1.4. Phân tích ảnh hưởng tương tác giữa hàm lượng mùn và pH đất đến sinh trưởng H thảo quả

Mô hình phản hồi có dạng: $H = b_0 + b_1M + b_2M^2 + b_3pH + b_4pH^2 + b_5M*pH$

Từ số liệu ở phụ lục 1, thông qua thuật toán thống kê, có thể nhận được kết quả như sau (Bảng 2):

Bảng 2. Phân tích ảnh hưởng tương tác giữa hàm lượng mùn và pH đến H thảo quả

Multiple Regression Analysis

Dependent variable: H

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	-5.06211	0.862366	-5.87002	0.0000
M	0.362994	0.0658932	5.50883	0.0000
M2	-0.00574243	0.00167517	-3.42796	0.0008
pH	2.6169	0.384829	6.80016	0.0000
pH2	-0.244869	0.0411674	-5.94812	0.0000
MpH	-0.0380117	0.0126322	-3.0091	0.0031

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	32.4155	5	6.48309	56.37	0.0000
Residual	16.5619	144	0.115013		
Total (Corr.)	48.9774	149			

R-squared = 66.1846 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 65.0104 percent
Standard Error of Est. = 0.339136
Mean absolute error = 0.266097
Durbin-Watson statistic = 1.345

Từ số liệu ở bảng 2 cho thấy, giữa hàm lượng mùn và pH của đất có ảnh hưởng phối hợp đến sinh trưởng H của thảo quả (t = -3,0; P = 0,0031). Mô hình biểu thị ảnh hưởng tổng hợp của hàm lượng mùn và pH đến H thảo quả có dạng:

$$H = -5.06211 + 0.36299*M - 0.00574*M^2 + 2.6169*pH - 0.24487*pH^2 - 0.03801*M*pH \quad (4)$$

với $R^2 = 66,2\%$; $P < 0,001$.

Từ mô hình 4, có thể xác định được những tham số sinh thái sau đây:

$U_{mùn} = (b_5*b_3-2*b_1*b_4)/(4*b_2*b_4-b_5^2) = 24,1\%$.

$U_{pH} = (b_5*b_1-2*b_3*b_2)/(4*b_2*b_4-b_5^2) = 2,5$.

So sánh kết quả tính toán ở mục 1.4 với mục 1.3 cho thấy, tối ưu mùn và pH đối với sinh trưởng H thảo quả là khác nhau. Điều đó xảy ra là vì phân tích hồi quy

riêng rẽ đã không tính đến những ảnh hưởng tương tác của nhiều yếu tố môi trường. Vì thế, khi nghiên cứu biến động chiều cao của thảo quả trong điều kiện có nhiều nhân tố ảnh hưởng, nhà nghiên cứu cần phải xem xét sự tương tác của nhiều yếu tố môi trường; đồng thời xác định tối ưu đối với từng nhân tố tùy theo sự có mặt của những nhân tố khác.

(a) Xác định hàm lượng mùn tối ưu tùy thuộc vào pH đất

Khi pH của môi trường đất thay đổi, thì hàm lượng mùn tối ưu ($U_{mùn}$,%) đối với sinh trưởng chiều cao của thảo quả được xác định theo công thức:

$U_{mùn}(\%) = -(b_1 + b_5 pH)/(2*b_2)$

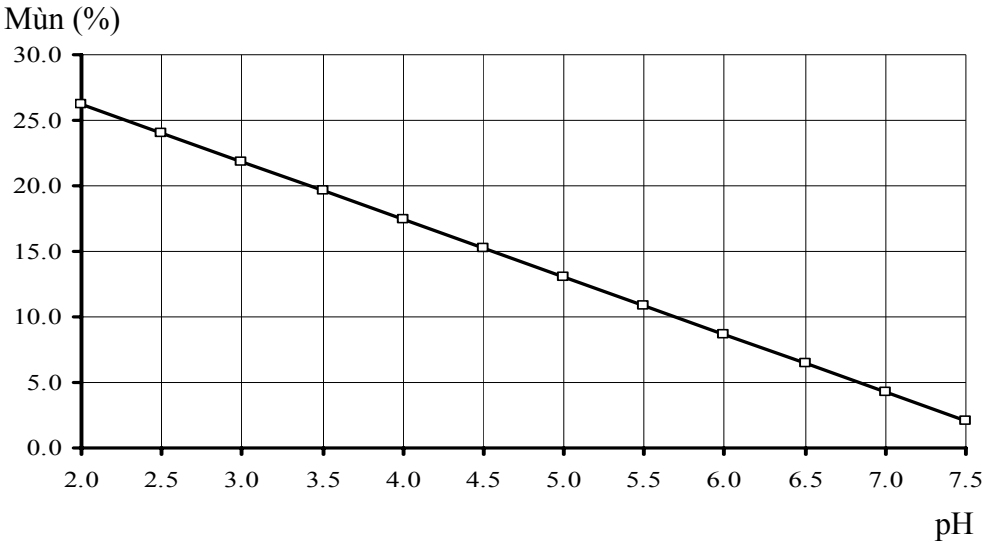
Từ mô hình 4, ta có:

$U_{mùn}(\%) = -(0.36299 - 0.03801*pH)/(-2*0.00574)$

Giả sử pH thay đổi từ 2 – 7,5, thì $U_{mùn}$ (%) thay đổi từ 26,3% đến 2,0% (Bảng 3; Hình 3).

Bảng 3. Hàm lượng mùn tối ưu tùy theo pH đất

pH	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
$U_{Mùn}$(%)	26,3	24,1	21,9	19,7	17,5	15,3	13,1	10,8	8,6	6,4	4,2	2,0



Hình 3. Đồ thị mô tả hàm lượng mùn tối ưu ($U_{mùn}$,%) tương ứng với pH đất khác nhau

(b) Xác định pH tối ưu tùy thuộc vào hàm lượng mùn

Khi hàm lượng mùn (M,%) của môi trường đất thay đổi, thì pH tối ưu (U_{pH}) đối với sinh trưởng chiều cao của thảo quả được xác định theo công thức:

$U_{pH} = -(b_3 + b_5M)/(2*b_4)$

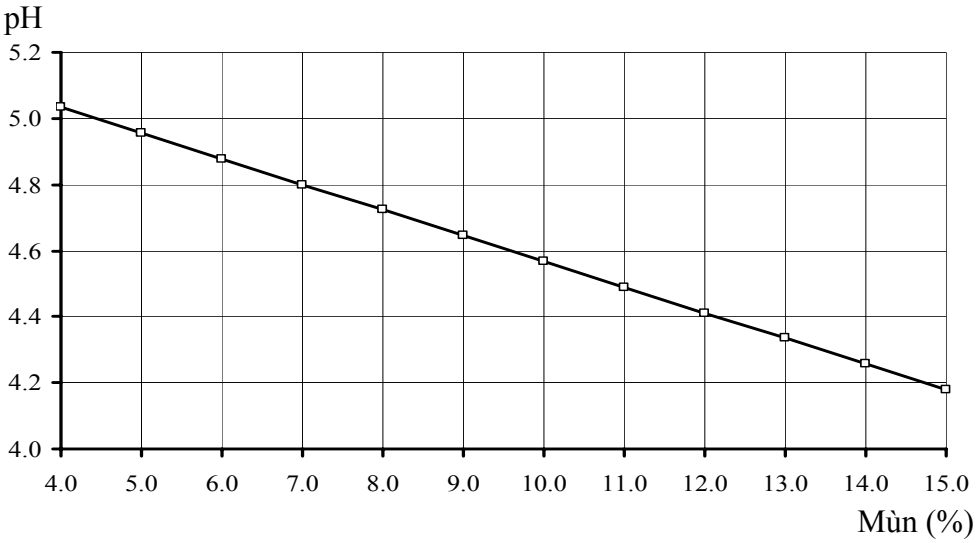
Từ mô hình 4, ta có:

$U_{(pH)} = –(2.6169 -0.03801*M)/(-2*0.24487)$

Giả sử mùn thay đổi từ 5% – 15%, thì U_{pH} thay đổi từ 5,0 đến 4,2 (Bảng 4; Hình 4).

Bảng 4. Độ pH tối ưu tùy theo hàm lượng mùn

$U_{Mùn}$(%)	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
pH	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.2



Hình 4. Đồ thị mô tả pH tối ưu thay đổi theo hàm lượng mùn (%)

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Chiều cao thảo quả trong quan hệ với hàm lượng mùn (X_1,%) và pH

TT	H, cm	Mùn,%	pH	TT	H, cm	Mùn,%	pH	TT	H, cm	Mùn,%	pH	TT	H, cm	Mùn,%	pH
1	2.8	5.38	3.94	39	3.2	8.96	3.81	77	2.2	4.11	6.21	115	1.0	2.00	3.05
2	2.8	7.25	3.98	40	2.1	5.80	3.39	78	2.2	3.92	5.49	116	0.9	2.00	3.05
3	3.0	7.48	3.88	41	3.5	10.54	4.73	79	2.2	2.79	5.93	117	1.8	4.95	4.03
4	3.1	8.80	3.50	42	3.6	10.54	4.73	80	2.3	3.32	5.93	118	2.6	5.38	3.83
5	3.2	6.75	3.87	43	3.2	8.12	3.81	81	2.0	3.37	3.86	119	1.6	4.95	3.65
6	2.1	3.64	3.83	44	3.4	13.39	3.94	82	1.6	3.85	3.03	120	1.6	4.85	3.11
7	2.3	4.32	3.81	45	2.8	6.75	3.57	83	1.6	3.85	3.72	121	2.9	8.96	4.16
8	3.0	8.15	3.90	46	1.6	5.11	6.13	84	1.8	4.90	3.46	122	2.6	7.59	4.67
9	3.2	13.60	3.91	47	1.5	3.64	3.04	85	2.6	4.74	3.75	123	2.7	7.80	4.63
10	2.3	3.85	3.72	48	1.8	6.38	6.13	86	2.5	3.43	3.82	124	3.0	12.56	4.21
11	2.4	5.59	3.75	49	3.0	7.38	4.13	87	2.5	5.96	3.36	125	3.0	10.43	4.16
12	3.1	8.12	4.01	50	2.5	6.38	3.75	88	2.8	5.55	3.88	126	2.9	9.91	4.81
13	2.9	7.80	3.99	51	2.3	2.90	4.53	89	2.8	4.19	3.67	127	2.1	7.91	4.35
14	2.9	7.54	3.93	52	2.3	2.90	5.93	90	2.5	7.48	3.87	128	2.8	10.43	4.02
15	3.0	8.80	3.55	53	2.3	4.06	5.93	91	2.0	5.38	3.87	129	2.3	7.59	4.59
16	3.3	11.80	3.93	54	2.1	2.00	6.49	92	1.1	2.90	3.03	130	2.2	7.59	4.59
17	2.9	6.22	3.66	55	2.2	3.90	6.21	93	1.8	5.85	3.80	131	2.5	7.69	4.10
18	2.3	5.06	4.02	56	3.1	13.60	4.14	94	2.1	6.01	3.37	132	3.2	12.56	4.21
19	3.4	13.39	3.89	57	3.0	4.06	4.67	95	2.2	6.13	3.67	133	2.5	5.48	4.35
20	3.0	6.75	3.92	58	2.8	3.43	4.40	96	1.6	4.22	3.07	134	2.8	9.91	4.81
21	3.0	6.32	3.75	59	3.1	5.59	4.84	97	2.2	6.01	3.69	135	2.1	6.01	4.35
22	2.3	5.53	4.03	60	2.8	2.58	4.46	98	2.7	7.59	3.88	136	3.0	9.91	4.81
23	2.1	5.64	3.93	61	2.6	3.85	4.99	99	1.4	3.79	3.85	137	2.8	9.91	4.81
24	2.3	4.53	3.99	62	3.2	13.39	6.13	100	2.1	4.85	3.84	138	2.9	8.85	4.83
25	3.1	10.01	4.03	63	1.9	2.00	5.46	101	2.4	7.69	4.04	139	3.0	9.91	4.81
26	3.1	8.27	3.85	64	2.5	2.90	5.93	102	2.1	5.27	3.65	140	2.6	5.48	4.35
27	2.5	5.48	3.93	65	2.1	2.79	5.49	103	1.9	5.59	3.73	141	2.8	8.96	4.42
28	2.8	5.80	3.89	66	3.1	6.43	4.67	104	1.8	5.55	3.85	142	3.1	13.28	4.42
29	2.5	5.80	4.49	67	3.0	5.90	4.14	105	2.0	5.69	3.75	143	3.3	18.77	4.63
30	2.5	5.12	4.49	68	3.1	6.80	4.84	106	2.4	5.32	3.45	144	3.1	9.59	4.70
31	3.3	13.39	4.17	69	2.8	3.90	4.46	107	1.4	2.58	4.01	145	3.0	15.52	4.65
32	3.0	8.12	4.13	70	2.6	2.79	4.99	108	1.9	5.80	3.85	146	2.7	6.48	4.99
33	2.9	3.79	3.94	71	3.1	7.96	4.84	109	2.3	5.25	3.55	147	3.2	16.97	4.99
34	2.7	3.95	3.96	72	1.9	3.79	5.46	110	1.6	5.25	3.25	148	3.5	18.77	3.89
35	1.8	3.27	6.13	73	3.0	6.90	6.13	111	2.1	5.74	3.43	149	3.3	16.97	3.95
36	1.4	3.64	3.04	74	2.6	2.90	4.99	112	2.3	5.59	3.67	150	3.4	17.92	4.33
37	2.0	4.53	3.93	75	2.8	4.06	4.40	113	2.3	5.32	3.64				
38	3.0	8.12	4.22	76	3.0	5.48	4.73	114	1.4	3.32	3.45				

Phụ lục 2. Phân tích hồi quy tương quan giữa H thảo quả hàm lượng mùn (X_1%)

+ Mô hình $H = b_0 + b_1X_1 + b_2X_1^2$

Polynomial Regression Analysis

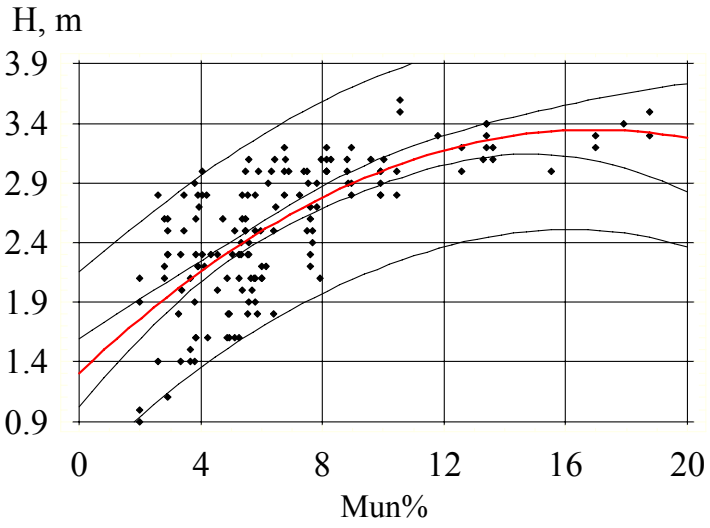
Dependent variable: H

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	1.30691	0.144696	9.03211	0.0000
X1	0.240873	0.0362501	6.64476	0.0000
X1^2	-0.00711223	0.00191154	-3.72068	0.0003

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	24.8938	2	12.4469	75.97	0.0000
Residual	24.0836	147	0.163834		
Total (Corr.)	48.9774	149			

R-squared = 50.8271 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 50.158 percent
Standard Error of Est. = 0.404764
Mean absolute error = 0.321828
Durbin-Watson statistic = 0.830768



Quan hệ giữa H thảo quả với hàm lượng mùn (X%)

Phụ lục 3. Phân tích hồi quy tương quan giữa H thảo quả với pH

+ Mô hình $H = b_0 + b_1 pH + b_2 pH^2$

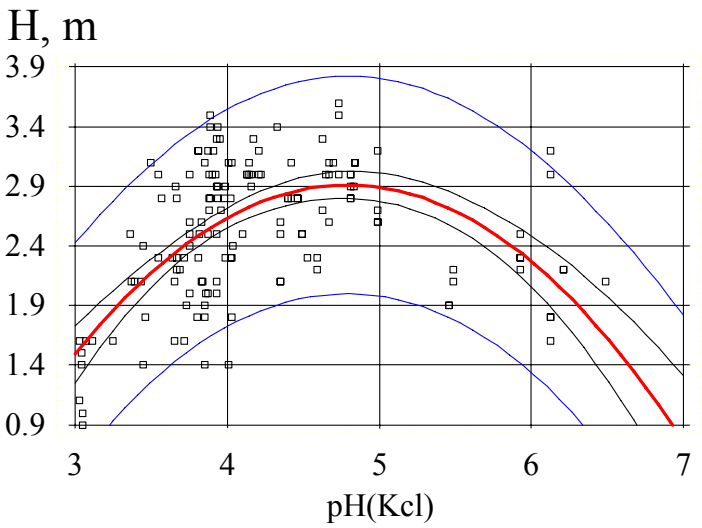
Dependent variable: H

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	-7.22348	1.0545	-6.85012	0.0000
pH	4.22831	0.46326	9.12729	0.0000
pH^2	-0.441036	0.0495806	-8.89535	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	18.1147	2	9.05736	43.14	0.0000
Residual	30.8627	147	0.20995		
Total (Corr.)	48.9774	149			

R-squared = 36.9859 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 36.1286 percent
Standard Error of Est. = 0.458203
Mean absolute error = 0.363922
Durbin-Watson statistic = 1.50115



Quan hệ giữa H thảo quả với pH

Phụ lục 4. Phân tích hồi quy tương quan giữa H thảo quả với mùn (%) và pH

+ Mô hình $H = b_0 + b_1M + b_2M^2 + b_3pH + b_4pH^2$

```
Multiple Regression Analysis
----------------------------------------------------------------------------
Dependent variable: H
----------------------------------------------------------------------------
                                      Standard          T
Parameter               Estimate         Error       Statistic        P-Value
----------------------------------------------------------------------------
CONSTANT                -4.32349       0.849345       -5.09038         0.0000
M                       0.190758      0.0335391        5.68764         0.0000
M2                   -0.00549331     0.00171897       -3.19571         0.0017
pH                       2.48498       0.392799        6.32633         0.0000
pH2                     -0.251297      0.0422384       -5.94948         0.0000
----------------------------------------------------------------------------

                           Analysis of Variance
----------------------------------------------------------------------------
Source             Sum of Squares     Df  Mean Square    F-Ratio      P-Value
----------------------------------------------------------------------------
Model                     31.3741      4      7.84352      64.61       0.0000
Residual                  17.6033    145     0.121402
----------------------------------------------------------------------------
Total (Corr.)             48.9774    149

R-squared = 64.0582 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 63.0668 percent
Standard Error of Est. = 0.348428
Mean absolute error = 0.283547
Durbin-Watson statistic = 1.20216
```

Phụ lục 5. Phân tích ảnh hưởng tương tác giữa mùn (%) và pH đến H thảo quả

+ Mô hình $H = b_0 + b_1M + b_2M^2 + b_3pH + b_4pH^2 + b_5M*pH$

Multiple Regression Analysis

Dependent variable: H

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	-5.06223	0.862395	-5.86997	0.0000
M	0.362954	0.0658892	5.50856	0.0000
M2	-0.00574214	0.00167518	-3.42777	0.0008
pH	2.617	0.384837	6.80027	0.0000
pH2	-0.244882	0.0411676	-5.94843	0.0000
M*pH	-0.0380046	0.0126318	-3.00865	0.0031

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	32.4152	5	6.48304	56.37	0.0000
Residual	16.5622	144	0.115015		
Total (Corr.)	48.9774	149			

R-squared = 66.184 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 65.0098 percent
Standard Error of Est. = 0.339139
Mean absolute error = 0.266104
Durbin-Watson statistic = 1.34482